

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. August 2003 (14.08.2003)

PCT

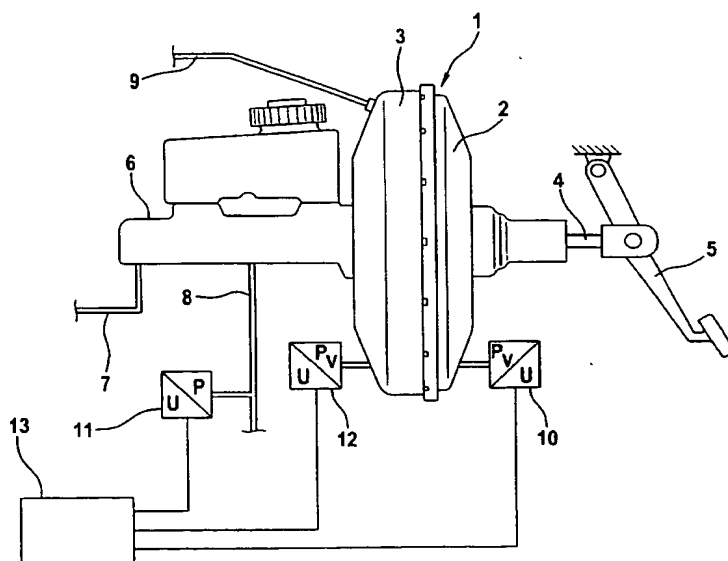
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/066405 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60T 17/22**, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO.OHG**
13/52 [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt am Main (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/13642
- (22) Internationales Anmeldedatum:
3. Dezember 2002 (03.12.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 05 171.2 7. Februar 2002 (07.02.2002) DE
102 05 172.0 7. Februar 2002 (07.02.2002) DE
102 44 761.6 26. September 2002 (26.09.2002) DE
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRONAU, Ralph** [DE/DE]; Joh. Pinzier-Str.7, 35083 Wetter (DE). **RE-VIOL, Ralf** [DE/DE]; Spessartstr. 17, 63128 Dietzenbach-Steinberg (DE). **SCHELLER, Tobias** [DE/DE]; Rombergstrasse 12, 65931 Frankfurt am Main (DE). **NEU, Andreas** [DE/DE]; 76773 Kuhardt (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL TEVES AG & CO.OHG**; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt am Main (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING OR CALIBRATING THE BRAKE CONTROL CHARACTERISTIC OF A VACUUM BRAKE BOOSTER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG ODER KALIBRIERUNG DER AUSSTEUERUNGSKENNLINIE EINES UNTERDRUCKBREMSKRAFTVERSTÄRKERS



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining or calibrating the brake control characteristic of a vacuum brake booster (1) of a vehicle braking system. The pressure in the working chamber (2) or the pressure difference between the working chamber (2) and the vacuum chamber (3) of the vacuum brake booster (1) is determined, and either the brake control characteristic is determined on the basis of the determined pressure or pressure difference of the vacuum brake booster (1), or the stored brake control characteristic is changed according to the determined pressure or pressure difference.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/066405 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Ermittlung oder Kalibrierung der Aussteuerungskennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers (1) einer Fahrzeugbremsanlage wird der Druck in der Arbeitskammer (2) oder der Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer (2) und der Unterdruckkammer (3) des Unterdruckbremskraftverstärkers (1) ermittelt und auf Grundlage des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers (1) wird die Aussteuerungskennlinie ermittelt oder die gespeicherte Aussteuerungskennlinie wird nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds verändert.

**Verfahren zur Ermittlung oder Kalibrierung der
Aussteuerungskennlinie eines
Unterdruckbremskraftverstärkers**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung oder Kalibrierung der Aussteuerungskennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers einer Fahrzeugbremsanlage.

Die Erfindung betrifft ebenso eine Kalibriereinrichtung für die Kennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers einer Fahrzeugbremsanlage, mit einem Unterdruckgehäuse, das durch mindestens eine bewegliche Trennwand in mindestens eine Unterdruckkammer und mindestens eine Arbeitskammer aufgeteilt ist und mit einer Sensoreinheit zur Sensierung von Drücken in dem Unterdruckbremskraftverstärker.

Der Bremsdruck resultiert aus der Pedalkraft und der Hilfskraft, welche sich aus der Druckdifferenz zwischen der Arbeitskammer und der Vakuumkammer (Unterdruckkammer) des Unterdruckbremskraftverstärkers ergibt. Der Hilfskraftanteil nimmt dabei entsprechend einem konstruktiv festgelegten Verstärkungsfaktor bis zum Aussteuerpunkt stetig zu. Im Aussteuerpunkt ist die maximale Druckdifferenz erreicht. Eine weitere Steigerung der Ausgangskraft ist nur durch eine ungewohnte Erhöhung der Bremsbetätigungskraft, insbesondere der Pedalkraft,

- 2 -

möglich. Der Aussteuerpunkt liegt bei einem bestimmten hydraulischen Druck (Aussteuerdruck) eines dem Unterdruckbremskraftverstärker nachfolgenden Hauptbremszylinders.

Unter dem Begriff „Aussteuerungskennlinie“ ist hier und im folgenden eine Kennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers zu verstehen, welche den Zusammenhang zwischen einem in der Vakuumkammer bzw. Unterdruckkammer des Unterdruckbremskraftverstärkers herrschenden Vakuum bzw. Unterdruck und einem/einer resultierenden, unter den gegebenen Bedingungen maximalen Bremsdruck oder einer maximalen Bremskraft (Aussteuerdruck bzw. Aussteuerkraft) darstellt.

Die Unterdruckversorgung für den Unterdruckbremskraftverstärker erfolgt in der Regel von einem Antriebsmotor (Verbrennungsmotor). Ist die maximal erreichbare Unterstützungskraft durch eine nur schwache Unterdruckversorgung zu gering, was im Zuge neuer Motorentechnik, wie z.B. Benzin-Direkteinspritzer oder Dieselmotoren immer stärker der Fall ist, dann wird eine zusätzliche Bremskraftunterstützung erforderlich. Eine Möglichkeit zur Erzeugung einer zusätzlichen Bremskraft bzw. eines Zusatz-Bremsdrucks ist der Einsatz einer "aktiven" hydraulischen Bremskraftunterstützung. Dies wird z.B. mittels einer hydraulischen Pumpe erreicht. Der hydraulische Druck, der im hydraulischen Radbremszylinder aus der vom Fahrer über das Bremspedal eingesteuerten, mittels Unterdruckbremskraftverstärker verstärkten Bremskraft resultiert, wird dabei von der hydraulischen Pumpe zusätzlich erhöht. Diese Pumpe wird von einem Elektromotor angetrieben, der von einer elektronischen

- 3 -

Bremsenregelungseinheit angesteuert wird.

Bei derartigen Systemen ist es notwendig, die Aussteuerungskennlinie und den Aussteuerpunkt des Unterdruckbremskraftverstärkers zu ermitteln. Denn dieser Punkt bestimmt den Übergabepunkt zwischen der Bremskraftunterstützung durch Unterdruck und der Unterstützung durch die hydraulische Pumpe. Die Aussteuerungskennlinie und der Aussteuerpunkt bzw. Aussteuerdruck sind dabei von verschiedenen Parametern abhängig, wie Membranfläche des Unterdruckbremskraftverstärkers, Unterdruckniveau und Hauptzylinderfläche. Aufgrund von z.B. Toleranzen der beteiligten Bauelemente ist es problematisch, eine hinreichend genaue Aussteuerungskennlinie und einen genauen Aussteuerpunkt oder Aussteuerdruck festzulegen.

Es ist an sich bekannt, Drucksensoren in/an Unterdruckbremskraftverstärkern einzusetzen, um eine Druckdifferenz zwischen der Unterdruckkammer oder Vakuumkammer und der Arbeitskammer zu erfassen und auszuwerten.

In der DE 44 36 297 C2 ist ein Unterdruckbremskraftverstärker und ein Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage offenbart, bei dem die erfasste Druckdifferenz zur Ansteuerung eines Steuerventils im Unterdruckbremskraftverstärker ausgewertet wird.

In der DE 197 29 158 C2 ist ein Unterdruckbremskraftverstärker mit einem Steuergerät offenbart, das zwei Drucksensoren mit zwei Luftführungskanälen trägt, die sich in die Unterdruckkammer

- 4 -

und die Arbeitskammer des Unterdruckbremskraftverstärkers erstrecken. Das Steuergerät dient zur Steuerung des Unterdruckbremskraftverstärkers.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mittels der eine Kennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers und ein Aussteuerpunkt sicher und genau ermittelbar sind.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche.

Besonders vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Unteransprüchen angegeben.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Ermittlung oder Kalibrierung der Aussteuerungskennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers einer Fahrzeugbremsanlage gelöst, bei dem der Druck in der Arbeitskammer oder der Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer des Unterdruckbremskraftverstärkers ermittelt wird und auf Grundlage des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers die Aussteuerungskennlinie ermittelt wird oder eine vorgegebene oder gespeicherte Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds verändert wird.

Durch Ermittlung des Drucks in der Arbeitskammer oder des Druckunterschieds zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer des Unterdruckbremskraftverstärkers ist es

- 5 -

möglich, eine Aussteuerungskennlinie des Unterdruckbremskraftverstärkers relativ genau zu ermitteln oder eine vorgegebene bzw. eine aktuelle, gespeicherte Aussteuerungskennlinie an die ermittelten Werte anzupassen oder zu verändern. Anschließend kann während einer Bremsung des Fahrzeugs sicher festgestellt werden, wann der Aussteuerpunkt erreicht ist und eine entsprechende Bremsenregelung durchgeführt werden muss.

Der Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer des Unterdruckbremskraftverstärkers bestimmt die aktuell eingestellte pneumatische Bremskraftunterstützung. Der Druckunterschied kann bestimmt werden aus der Differenz eines gemessenen Drucks bzw. Vakuums in der Arbeitskammer und der Vakuumkammer. Daher wird vorzugsweise der Druck in der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer des Unterdruckbremskraftverstärkers gemessen.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass ein hydraulischer Druck in der Fahrzeugbremsanlage, insbesondere in einem Hauptbremszylinder ermittelt, wird und dass die Aussteuerungskennlinie auf Grundlage des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers und des ermittelten hydraulischen Drucks ermittelt wird oder eine vorgegebene oder gespeicherte Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers und des ermittelten hydraulischen Drucks verändert wird.

Dem ermittelten Druck oder Druckunterschied des Unterdruckbremskraftverstärkers wird ein ermittelter hydraulischer Druck, insbesondere ein Druck im

- 6 -

Hauptbremszylinder, zugeordnet. Diese Zuordnung entspricht dem Zusammenhang zwischen dem Druck in der Vakuumkammer und dem Aussteuerdruck. Aus diesen Wertepaaren kann direkt eine Aussteuerungskennlinie durch Interpolation oder Extrapolation bestimmt werden. Vorzugsweise wird die Kennlinie aus mehreren Wertepaaren oder „Stützstellen“ ermittelt.

Der hydraulische Druck wird vorzugsweise mit einem bereits im Fahrzeug vorhandenen Drucksensor gemessen, wie er z.B. bei Bremssystemen mit einer Fahrdynamikregelung (ESP) vorhanden ist.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine erste Aussteuerungskennlinie vorgegeben wird und diese vorgegebene erste Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers und des ermittelten verändert bzw. korrigiert wird.

Der Aussteuerdruck kann schon vor der ersten durch den Fahrer ausgeführten Bremsenbetätigung ermittelt und abgelegt werden, indem der Druck in der Vakuumkammer gemessen wird und anhand der „Grundkennlinie“ ein korrespondierender Aussteuerdruck festgelegt wird.

In der „Grundkennlinie“ sind noch nicht sämtliche Toleranzen der beteiligten Bauteile des Bremskraftverstärkers, Hauptbremszylinders und der Sensoren berücksichtigt. Diese Toleranzen werden erfindungsgemäß Online, d.h. während der Fahrt des Fahrzeugs, insbesondere während einer Bremsung, „gelernt“ und die vorgegebene oder aktuell gespeicherte Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe

- 7 -

der ermittelten Abweichungen entsprechend angepasst bzw. korrigiert.

Es ist demnach vorgesehen, dass eine vorgegebene Aussteuerungskennlinie zumindest einmal an systembedingte Toleranzen angepasst wird, um Abweichungen zwischen der „wahren“, d.h. der tatsächlich vorhandenen, Kennlinie und der vorgegebenen Kennlinie zu minimieren. Die erste Bremsung des Fahrzeugs wird vorteilhaft noch beim Fahrzeughersteller vorgenommen. Dann kann eine erste Korrektur der Grundkennlinie erfolgen, wodurch für den Endkunden des Fahrzeugs bereits die Regelung und das Pedalgefühl optimiert ist. Spätere, weitere Anpassungen sind nach der ersten Korrektur für den Fahrer dann in der Regel kaum oder gar nicht mehr wahrnehmbar.

Es ist weiter vorgesehen, dass auch nach einer einmal erfolgten Anpassung diese angepasste oder veränderte Aussteuerungskennlinie gespeichert wird und ebenfalls nach Maßgabe weiterer ermittelter Abweichungen entsprechend korrigiert wird. Dadurch kann die aktuelle, gespeicherte Kennlinie der „wahren“ Aussteuerungskennlinie immer stärker angenähert werden. Darüber hinaus werden so auch Veränderung des Systems im Laufe der Zeit, wie sich einstellende Abnutzungen, mitberücksichtigt. Die aktuelle Aussteuerungskennlinie wird vorzugsweise in einem über einen Zündungslauf des Antriebsmotors beständigen Speicher, wie ein EPROM, abgelegt.

Die Ermittlung erfolgt vorzugsweise durch die Auswertung von Wertepaaren bei vorgegebenen „Stützstellen“, indem bei jeder Bremsung oder aber bei einer bestimmten Anzahl von Bremsungen überwacht wird, ob sich eine der ausgewählten

- 8 -

Stützstelle entsprechende Druckdifferenz bzw. ein entsprechender Druck einstellt und indem gleichzeitig der hydraulische Druck gemessen und gespeichert wird. Die Auswahl und Einteilung der Stützstellen kann in festen Schritten erfolgen oder in Abhängigkeit von der aktuellen Betätigung. Vorzugsweise werden bei den einzelnen Stützstellen auch die zugehörigen Gradienten des hydraulischen Drucks mit abgespeichert. Diese ergeben sich insbesondere aus der Geschwindigkeit der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer und dienen als Kriterium für die Güte der Messung. Spätere Messungen an den Stützstellen werden dann nur berücksichtigt, wenn der dabei auftretende Druckgradient kleiner ist als der zuletzt gespeicherte.

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Aussteuerungskennlinie dann ermittelt wird oder die gespeicherte Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds dann verändert bzw. korrigiert wird, wenn der Gradient des hydraulischen Drucks kleiner 40 bis 60 bar/sec, vorzugsweise kleiner ca. 50 bar/sec, ist. In der Regel liegen die Geschwindigkeiten der Bremsbetätigung in einem derartigen Bereich, dass der Gradient des hydraulischen Drucks unterhalb dieses Grenzwerts liegt. Liegt der Gradient unterhalb von ca. 40 bar/sec, dann können die Messungen zu verschiedenen Zeiten bzw. Bremsungen als gleichwertig angesehen werden. Eine Bremsung mit einem derartigen Gradienten kann als quasistationär angesehen werden.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine Aussteuerungskennlinie auch durch Extrapolation gemessener Werte ermittelt bzw. korrigiert wird. Denn über den von Fahrer eingesteuerten Druck hinaus verlaufen die

- 9 -

Aussteuerungskennlinien grundsätzlich ähnlich, so dass eine Extrapolation sinnvoll möglich ist. Daher werden Messungen, die nicht den ganzen Bereich einer Kennlinie abdecken, weil z.B. nicht genügend Vakuum vorhanden ist oder keine entsprechende Bremsenbetätigung vorlag, berücksichtigt und auf noch fehlende Messwerte wird die Differenz vom letzten gültigen Messwert zum Wert der gespeicherten oder vorgegebenen Kennlinie addiert. Dadurch werden auch Stützstellen, die seltener erreicht werden oder nur mit hohen Druckgradienten gemessen wurden, der realen Kennlinie angenähert.

Dabei ist es vorgesehen, dass eine „endgültige“ Anpassung oder Korrektur der Aussteuerungskennlinie erst dann vorgenommen wird, wenn ein bestimmter, relativ hoher hydraulischer Druck bereits erreicht wurde, welcher eine Annäherung an den Aussteuerpunkt entspricht. Nach dem Verfahren kann die Kennlinie aber auch vor Erreichen eines hohen hydraulischen Drucks zumindest vorübergehend angepasst werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch das Erreichen eines relativ hohen Drucks in der Arbeitskammer, der einem Druck der umgebenden Atmosphäre entspricht, als Hinweis für eine Annäherung an den Aussteuerpunkt gewertet werden.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass ein Messwert berücksichtigt wird, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) der Gradient des hydraulischen Drucks ist geringer als 60 bar/sec, vorzugsweise kleiner als 50 bar/sec,
- b) der Gradient des hydraulischen Drucks ist größer Null,
- c) der aktuelle Gradient des hydraulischen Drucks ist kleiner als der Gradient bei der Ermittlung der gültigen

- 10 -

(aktuellen) Aussteuerungskennlinie,

- d) es erfolgt kein aktiver Bremseneingriff einer elektronischen Bremsenregelung, wie Antiblockiersystem (ABS), Fahrdynamikregelung (ESP), Antriebsschlupfregelung (TCS), Bremsassistent (HBA) oder Abstands- und Folgeregelung (ACC),
- e) es ist ausreichend Unterdruck für vorhanden, d.h. der Unterdruck in der Vakuumkammer beträgt kleiner 50 mbar, vorzugsweise kleiner 100 mbar,
- f) die Stützstelle ist hinreichend genau getroffen, d.h. die Abweichung des ermittelten Druckunterschieds zwischen Arbeitskammer und Vakuumkammer von der vorgegebenen Stützstelle ist kleiner ± 50 mbar, vorzugsweise kleiner ± 40 mbar, und
- g) die Änderung gegenüber dem vorherigen oder vorgegebenen Messwert ist hinreichend groß; insbesondere größer 1,2 bar, vorzugsweise größer 1,0 bar.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Ermittlung und/oder Anpassung der Aussteuerungskennlinie das Erkennen eines Erfordernisses einer zusätzlichen Bremsunterstützung mitumfasst und dass eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützung nur im Bedarfsfall aktiviert wird, wenn das Erfordernis einer zusätzlichen Bremsunterstützung für den Fahrer erkannt wurde.

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Ermittlung und/oder Anpassung der Aussteuerungskennlinie das Erkennen eines Erreichens des Aussteuerpunkts oder zumindest einer Annäherung an den Aussteuerpunkt mitumfasst und dass die aktive hydraulische Bremskraftunterstützung nur dann aktiviert wird, wenn das Erreichen des Aussteuerpunkts oder zumindest die Annäherung an den Aussteuerpunkt erkannt

- 11 -

wurde.

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Verstärkungskraft des Unterdruckbremskraftverstärkers und/oder der hydraulischen Bremskraftunterstützung einstellbar ist nach Maßgabe von weiteren Funktionen des Bremsenregelungssystems, wie Bremsassistenten (BA) oder Fahrdynamikregelung (ESP).

Die Aufgabe nach der Erfindung wird auch durch eine Kalibriereinrichtung für die Kennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers einer Fahrzeugbremsanlage gelöst, mit einem Unterdruckgehäuse, das durch mindestens eine bewegliche Trennwand in mindestens eine Unterdruckkammer und mindestens eine Arbeitskammer aufgeteilt ist und mit einer Sensoreinheit zur Sensierung von Drücken in dem Unterdruckbremskraftverstärker, bei der die Sensoreinheit dafür vorgesehen ist, den Druck in der Unterdruckkammer und den Druck in der Arbeitskammer oder den Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer zu sensieren und der Kalibriereinrichtung zuzuführen, und dass die Kalibriereinrichtung eine Auswerteeinheit aufweist, zwecks Auswertung des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds und Ermittlung einer Aussteuerungskennlinie oder Anpassung einer gespeicherten Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe der gemessenen Drücke oder Druckunterschiede.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass bei mehreren Bremsungen des Fahrzeugs der ermittelte Druck oder Druckunterschied ausgewertet wird und daraus eine Aussteuerungskennlinie ermittelt oder eine gespeicherte Aussteuerungskennlinie angepasst wird nach Maßgabe der

- 12 -

Die Erfindung wird anhand von Abbildungen (Fig.1 bis Fig.2) beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- Fig.1 eine schematische Darstellung einer Bremsbetätigungsvorrichtung mit Kalibriereinrichtung,
- Fig.2 eine schematische Darstellung einer ermittelten Kalibrierungskennlinie, und
- Fig.3 eine schematische Darstellung ermittelten Aussteuerungskennlinie aus der Kalibrierungskennlinie.

In den Fig.1 ist eine Bremsbetätigungsvorrichtung mit einer Kalibriereinrichtung nach der Erfindung dargestellt. Die Bremsbetätigungsvorrichtung weist einen Unterdruckbremskraftverstärker 1 auf, der in mindestens eine Arbeitskammer 2 und eine Vakuumkammer 3 aufgeteilt ist. Der Unterdruckbremskraftverstärker ist durch eine Betätigungsstange 4 über ein Bremspedal 5 betätigbar, wodurch ein an den Unterdruckbremskraftverstärker 1 anschließender Tandemhauptbremszylinder 6 betätigt wird. Der Tandemhauptbremszylinder 6 weist hydraulische Anschlüsse 7,8 auf, die mit den Radbremsen des Fahrzeugs verbunden sind. Die Unterdruckkammer 3 ist über einen Anschluss 9 durch eine kontinuierlich arbeitende, nicht dargestellte Unterdruckquelle oder Vakuumquelle verbunden.

Der Kalibriereinrichtung sind Sensoren 10,11 zugeordnet. Mit Hilfe des ersten Sensors 10 wird der (Vakuum)-Druck in der Arbeitskammer 2 und durch den zweiten Sensor 11 der (Vakuum)-Druck in der Unterdruckkammer 3 gemessen. Der hydraulische Druck des Tandemhauptbremszylinders 6 wird

- 13 -

zumindest für einen Bremskreis durch einen hydraulischen Drucksensor 12 ermittelt.

Wird das Pedal 5 betätigt und somit die Stange 4 verschoben, so wird ein Ventil im Innern des Unterdruckbremskraftverstärkers 1 betätigt und es wird zuerst eine Verbindung zwischen Unterdruckkammer 3 und Arbeitskammer 2 getrennt. Im weiteren Verlauf der Bewegung wird eine Verbindung zur Außenluft durch das Ventil geöffnet. Der Unterdruck beginnt die durch das Bremspedal 5 eingeleitete Kraft zu verstärken. Durch einen sich aufbauenden hydraulischen Druck in dem Hauptbremszylinder 6 werden die Radbremsen des Fahrzeugs mit Bremsdruck beaufschlagt.

Jede Änderung der Pedalkraft bewirkt eine Vergrößerung oder Verkleinerung der Druckdifferenz zwischen der Arbeitskammer 2 und der Vakuumkammer 3. Diese wird mittels der Sensoren 10,11 ermittelt. Auch der daraus resultierende hydraulische Druck wird durch den Sensor 12 ermittelt. Die gemessenen Werte werden in einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit 13 ausgewertet. Der Zusammenhang zwischen dem hydraulischen Druck und dem Differenzdruck im Unterdruckbremskraftverstärker 1 wird gespeichert. Unter Berücksichtigung verschiedener Aussteuerungs-Situationen des Unterdruckbremskraftverstärkers 1 wird eine Kennlinie zur Kalibrierung der Aussteuerungskennlinie des Unterdruckbremskraftverstärkers 1 ermittelt.

Wird das Pedal weiter niedergedrückt, strömt Luft aus der Atmosphäre durch das Ventil in die Arbeitskammer 2. Die entstehende Druckdifferenz von Arbeitskammer 2 zur Unterdruckkammer 3 versucht, eine Trennwand zwischen

- 14 -

Arbeitskammer 2 und Unterdruckkammer 3 zu verschieben, bis schließlich der Druck in der Arbeitskammer 2 dem Atmosphärendruck entspricht, während der Druck der Unterdruckkammer 3 einem aufgrund der angeschlossenen Unterdruckquelle erzeugten Unterdruck entspricht. Diese Situation entspricht einer Vollbremsstellung des Unterdruckbremskraftverstärkers. Die maximal mögliche Unterstützungskraft des Unterdruckbremskraftverstärkers ist gegeben; der Aussteuerpunkt ist erreicht. Eine weitere Erhöhung der Kraft ist nur durch eine noch größere Pedalkraft durch den Fahrer möglich.

Durch die Steuer- und Regeleinheit 13 wird der jeweilige Unterdruck in dem Unterdruckkammerverstärker und der jeweilige, korrespondierende hydraulische Aussteuerdruck ermittelt. Wird durch einen Vergleich mit der Kalibrierungskennlinie (Zusammenhang zwischen Druckunterschied zwischen den Kammern des Unterdruckbremskraftverstärkers und dem hydraulischen Aussteuerdruck) festgestellt, dass der aktuelle hydraulische Druck den maximal möglichen Unterstützungsdruk übersteigt, erzeugt die Steuer- und Regeleinheit 13 ein Ansteuersignal für eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützung im Sinne eines Aufbaus eines zusätzlichen hydraulischen Drucks, z.B. durch Ansteuerung einer hydraulischen Pumpe.

In der Fig.1 sind die Sensoren 10,11 aus Gründen der Übersichtlichkeit als zwei getrennte Baueinheiten dargestellt. Bevorzugt ist aber die Ausführung mit zwei Sensorelementen in einem gemeinsamen Gehäuse. Ein derartiger "Doppel-Drucksensor" kann während der gesamten Prozesskette vom Hersteller der Sensoren über den

- 15 -

Hersteller des Unterdruckbremskraftverstärkers 1 bis zum Fahrzeughersteller wie ein Sensor behandelt werden. Dadurch ergeben sich Kostenvorteile sowie Montagevorteile. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird das Sensorgehäuse zumindest teilweise in das Unterdruckgehäuse des Unterdruckbremskraftverstärkers 1 integriert, wodurch der Platzbedarf im Motorraum verringert wird.

In der Fig.2 ist eine ermittelte Kalibrierungskennlinie Aussteuerungskennlinie, eine Auftragung des Bremsdrucks P gegen den Druckunterschied zwischen Vakuum- und Arbeitskammer dV schematisch dargestellt. Diese Kalibrierungs-Kennlinie wurde auf Grundlage von gemessenen Druckunterschieden dV im Bremskraftverstärker 1 und dem zugehörigen hydraulischen Druck P (Bremsdruck im THZ) ermittelt. Der durch die Sensoren 10,11 ermittelte Druckunterschied bestimmt die aktuell eingestellte Bremskraftunterstützung. Den Druckunterschieden dV_1 bis dV_4 werden die jeweils korrespondierenden, d.h. aktuell gemessenen, hydraulischen Drücke P_1 bis P_4 zugeordnet. Daraus ergibt sich eine über die Stützstellen (dV_1/P_1 ; dV_2/P_2 ; dV_3/P_3 ; dV_4/P_4) gemittelte Kalibrierungskennlinie KL (durchgezogene Linie). Eine weitere Steigerung des Bremsdrucks P ist ab diesem Punkten nur noch durch eine Erhöhung der vom Fahrer aufzubringenden Pedalkraft möglich.

Durch die ermittelte und gespeicherte Kennlinie der Kalibrierung nach Fig.2 kann der Aussteuerpunkt A mit einem zugehörigen Aussteuerdruck P_A einem Druck in der Vakuumkammer V zugeordnet werden. Fig.3 zeigt eine derartige Darstellung der Aussteuerungskennlinie AL aus der Kalibrierungskennlinie KL in Fig.2. Es kann mittels der

- 16 -

Kalibrierungskennlinie KL so die Aussteuerungskennlinie AL kalibriert werden oder angepasst werden.

Der Kalibrierungskennlinie KL ist zu entnehmen, dass beispielsweise die Druckdifferenz dV_x einem hydraulischen Aussteuerdruck P_x entspricht. Bei einem gemessenen Vakuumdruck von V_x , welcher der Druckdifferenz entspricht ($V_x = dV_x$), sollte ebenfalls der hydraulische Aussteuerdruck P_x anliegen (Fig. 3). Durch die „kalibrierte“ Aussteuerungskennlinie AL ist so eine sichere und genaue Bestimmung des Aussteuerpunkts A möglich.

Wird dann der Aussteuerpunkt überschritten und fordert der Fahrer eine weitere bzw. stärkere Fahrzeugverzögerung, ist es vorgesehen, den Bremsdruck P mittels hydraulischer Verstärkung durch eine Pumpe zu erhöhen. Die hydraulische Verstärkung wird entsprechend dem Verstärkungsfaktor bzw. der Neigung der Aussteuerungskennlinie AL eingestellt bis zu einem maximal benötigten Bremsdruck. Da die ermittelte Kennlinie AL der „wahren“ Kennlinie sehr gut angenähert ist oder dieser sogar entspricht, erfährt der Fahrer keine Veränderung der Charakteristik der Bremsensteuerung, wodurch sein Pedalgefühl gleich bleibt. Der Bedienkomfort für den Fahrer wird durch die Erfindung demnach erhöht.

- 17 -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung oder Kalibrierung der Aussteuerungskennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers einer Fahrzeugbremsanlage, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck in der Arbeitskammer oder der Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer des Unterdruckbremskraftverstärkers ermittelt wird und auf Grundlage des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers die Aussteuerungskennlinie ermittelt wird oder eine vorgegebene oder gespeicherte Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds verändert bzw. korrigiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein hydraulischer Druck in der Fahrzeugbremsanlage, insbesondere in einem Hauptbremszylinder ermittelt, wird und dass die Aussteuerungskennlinie auf Grundlage des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers und des ermittelten hydraulischen Drucks ermittelt wird oder eine vorgegebene oder gespeicherte Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers und des ermittelten hydraulischen Drucks verändert bzw. korrigiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste

- 18 -

Aussteuerungskennlinie vorgegeben wird und diese vorgegebene erste Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds des Unterdruckbremskraftverstärkers und des ermittelten hydraulischen Drucks verändert bzw. korrigiert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussteuerungskennlinie dann ermittelt wird oder die gespeicherte Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds dann verändert bzw. korrigiert wird, wenn die Geschwindigkeit einer Betätigung einer Bremsbetätigungseinrichtung, insbesondere eines Bremspedals, kleiner 40 bis 60 bar/sec, vorzugsweise kleiner ca. 50 bar/sec, ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Aussteuerungskennlinie durch Extrapolation gemessener Werte ermittelt bzw. korrigiert wird.
- 6.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Messwert berücksichtigt wird, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:
 - a) der Gradient des hydraulischen Drucks ist geringer als 50 bar/sec,
 - b) der Gradient des hydraulischen Drucks ist größer Null,
 - c) der aktuelle Gradient des hydraulischen Drucks ist kleiner als der Gradient bei der Ermittlung der gültigen Aussteuerungskennlinie,

ERSATZBLATT (REGEL 26)

- 19 -

- d) es erfolgt kein aktiver Bremseneingriff einer elektronischen Bremsenregelung, wie Antiblockiersystem (ABS), Fahrdynamikregelung (ESP), Antriebsschlupfregelung (TCS), Bremsassistent (HBA) oder Abstands- und Folgeregelung (ACC),
 - e) es ist ausreichend Unterdruck für vorhanden,
 - f) die Stützstelle ist hinreichend genau getroffen, die Abweichung des ermittelten Druckunterschieds zwischen Arbeitskammer und Vakuumkammer von der vorgegebenen Stützstelle ist kleiner ± 40 mbar, und
 - g) die Änderung gegenüber dem vorherigen oder vorgegebenen Messwert ist hinreichend groß, vorzugsweise größer 1,0 bar.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung und/oder Anpassung der Aussteuerungskennlinie das Erkennen eines Erfordernisses einer zusätzlichen Bremsunterstützung mitumfasst und dass eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützung nur im Bedarfsfall aktiviert wird, wenn das Erfordernis einer zusätzlichen Bremsunterstützung für den Fahrer erkannt wurde.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung und/oder Anpassung der Aussteuerungskennlinie das Erkennen eines Erreichens des Aussteuerpunkts oder zumindest einer Annäherung an den Aussteuerpunkt mitumfasst und dass die aktive hydraulische Bremskraftunterstützung nur dann aktiviert wird, wenn das Erreichen des

- 20 -

Aussteuerpunkts oder zumindest die Annäherung an den Aussteuerpunkt erkannt wurde.

9. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungskraft des Unterdruckbremskraftverstärkers und/oder der hydraulischen Bremskraftunterstützung einstellbar ist nach Maßgabe von weiteren Funktionen des Bremsenregelungssystems, wie Bremsassistenten (BA) oder Fahrdynamikregelung (ESP).
10. Kalibriereinrichtung für die Kennlinie eines Unterdruckbremskraftverstärkers einer Fahrzeugbremsanlage, mit einem Unterdruckgehäuse, das durch mindestens eine bewegliche Trennwand in mindestens eine Unterdruckkammer und mindestens eine Arbeitskammer aufgeteilt ist und mit einer Sensoreinheit zur Sensierung von Drücken in dem Unterdruckbremskraftverstärker, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit dafür vorgesehen ist, den Druck in der Unterdruckkammer und den Druck in der Arbeitskammer oder den Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer zu sensieren und der Kalibriereinrichtung zuzuführen, und dass die Kalibriereinrichtung eine Auswerteeinheit aufweist, zwecks Auswertung des ermittelten Drucks oder Druckunterschieds und Ermittlung einer Aussteuerungskennlinie oder Anpassung einer gespeicherten Aussteuerungskennlinie nach Maßgabe der gemessenen Drücke oder Druckunterschiede.

- 21 -

11. Kalibriereinrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass bei mehreren Bremsungen
des Fahrzeugs der ermittelte Druck oder
Druckunterschied ausgewertet wird und daraus eine
Aussteuerungskennlinie ermittelt oder eine
gespeicherte Aussteuerungskennlinie angepasst bzw.
korrigiert wird nach Maßgabe der gemessenen Drücke
oder Druckunterschiede.

1/2

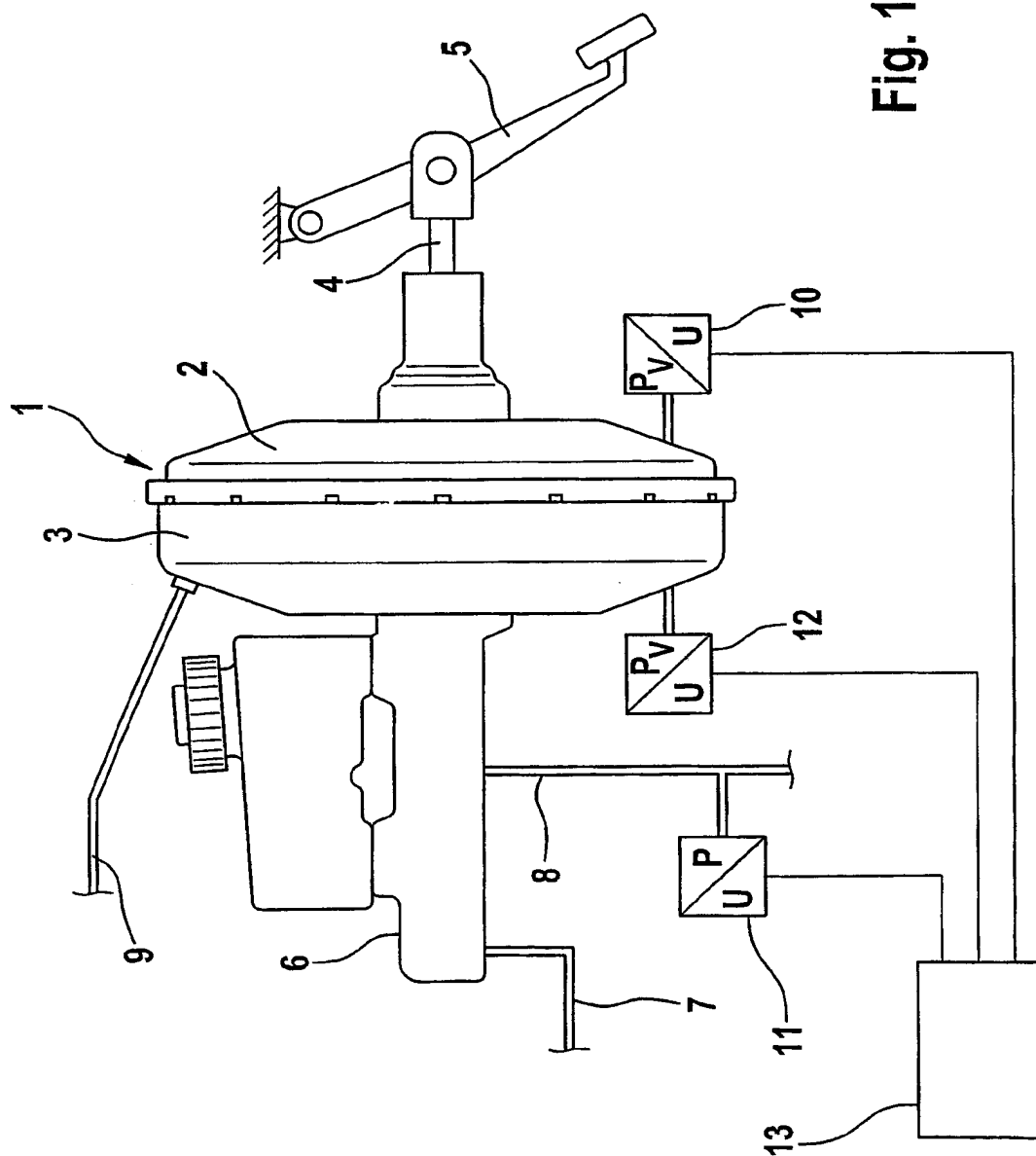


Fig. 1

2/2

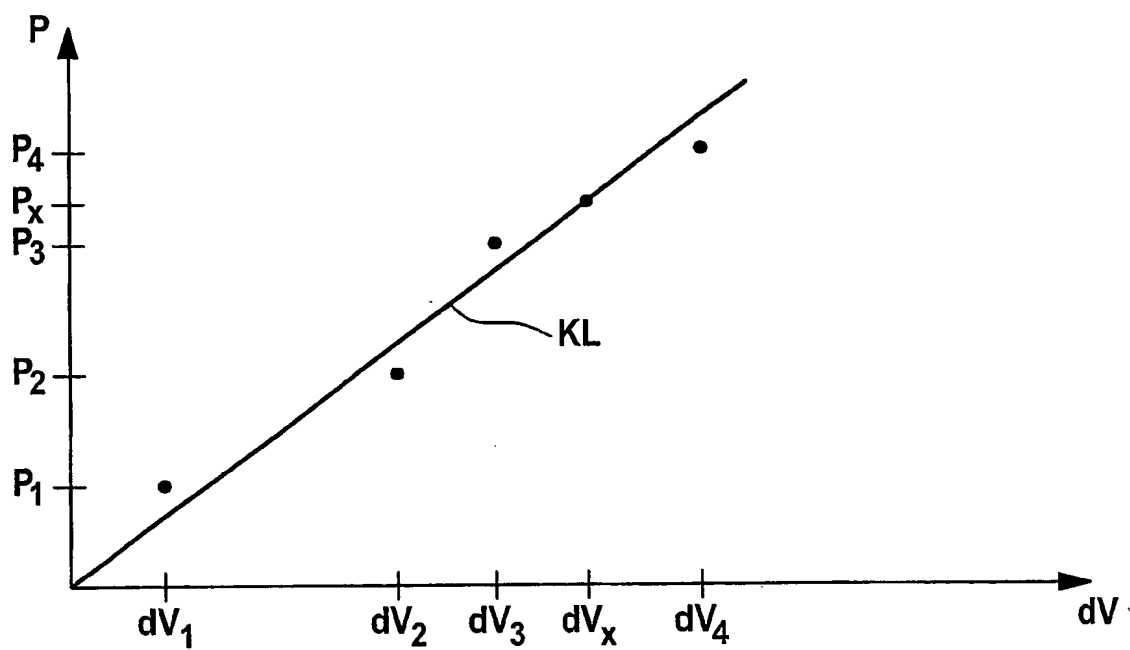


Fig. 2

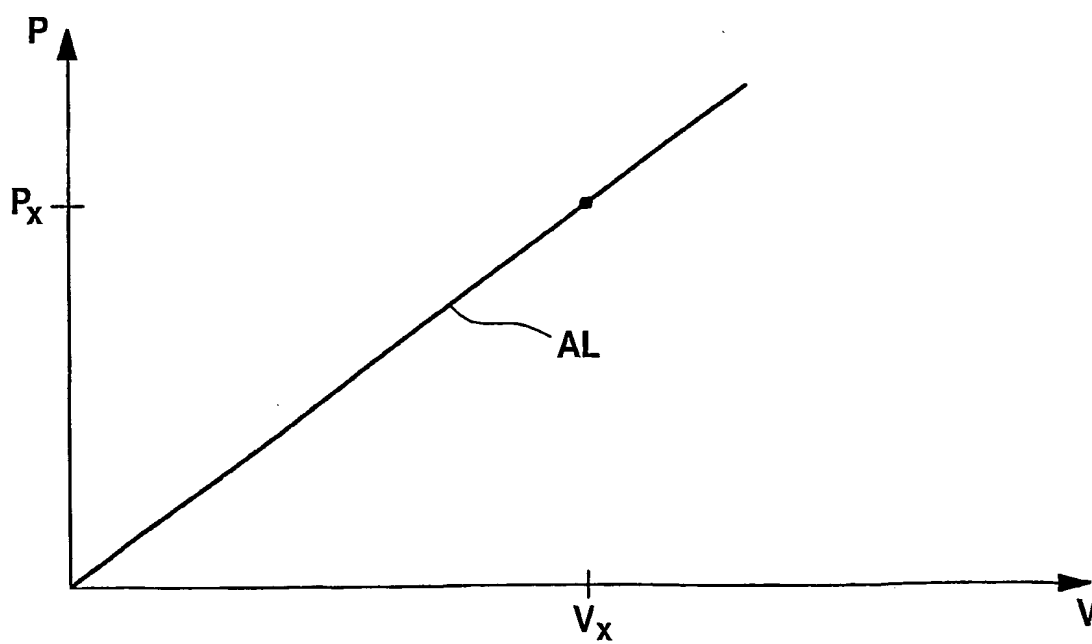


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/13642

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60T17/22 B60T13/52

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	FR 2 817 225 A (BOSCH GMBH ROBERT) 31 May 2002 (2002-05-31) page 5, line 7 - line 27 page 7, line 23 - line 35 page 10, line 13 -page 13, line 11; figures 1,2	1-3,5, 7-11
X	US 2001/002767 A1 (KINDER RALF ET AL) 7 June 2001 (2001-06-07) paragraphs '0055!', '0017!', '0021!'; figure 3	1-3,7-11
X	US 6 318 815 B1 (FEIGEL HANS JOERG ET AL) 20 November 2001 (2001-11-20) column 3, line 30 -column 4, line 5 column 2, line 51 -column 3, line 10; figure 1	1-3,7-11

	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 March 2003

Date of mailing of the international search report

13/03/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

HERNANDEZ, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/13642

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 827 887 A (DENSO CORP) 11 March 1998 (1998-03-11) page 9, line 44 -page 10, line 55; figures 8,14-16</p> <p>-----</p>	1,10

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/13642

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2817225	A	31-05-2002	FR 2817225 A1 AU 5277002 A WO 0243997 A1	31-05-2002 11-06-2002 06-06-2002
US 2001002767	A1	07-06-2001	DE 19825110 C1 WO 9964284 A1 EP 1082244 A1 JP 2002517355 T	03-02-2000 16-12-1999 14-03-2001 18-06-2002
US 6318815	B1	20-11-2001	DE 59902552 D1 WO 9938741 A1 EP 1051316 A1 JP 2002501855 T	10-10-2002 05-08-1999 15-11-2000 22-01-2002
EP 0827887	A	11-03-1998	JP 10278765 A EP 0827887 A2 US 6019438 A	20-10-1998 11-03-1998 01-02-2000

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

PCT/EP 02/13642

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/13642

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>EP 0 827 887 A (DENSO CORP) 11. März 1998 (1998-03-11) Seite 9, Zeile 44 -Seite 10, Zeile 55; Abbildungen 8,14-16 -----</p>	1,10

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/13642

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2817225 A	31-05-2002	FR 2817225 A1	31-05-2002
		AU 5277002 A	11-06-2002
		WO 0243997 A1	06-06-2002
US 2001002767 A1	07-06-2001	DE 19825110 C1	03-02-2000
		WO 9964284 A1	16-12-1999
		EP 1082244 A1	14-03-2001
		JP 2002517355 T	18-06-2002
US 6318815 B1	20-11-2001	DE 59902552 D1	10-10-2002
		WO 9938741 A1	05-08-1999
		EP 1051316 A1	15-11-2000
		JP 2002501855 T	22-01-2002
EP 0827887 A	11-03-1998	JP 10278765 A	20-10-1998
		EP 0827887 A2	11-03-1998
		US 6019438 A	01-02-2000

THIS PAGE BLANK (USPTO)